

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-132911

(43)Date of publication of application : 09.05.2003

(51)Int.Cl.

H01M 8/02

H01M 8/10

(21)Application number : 2001-327169

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 25.10.2001

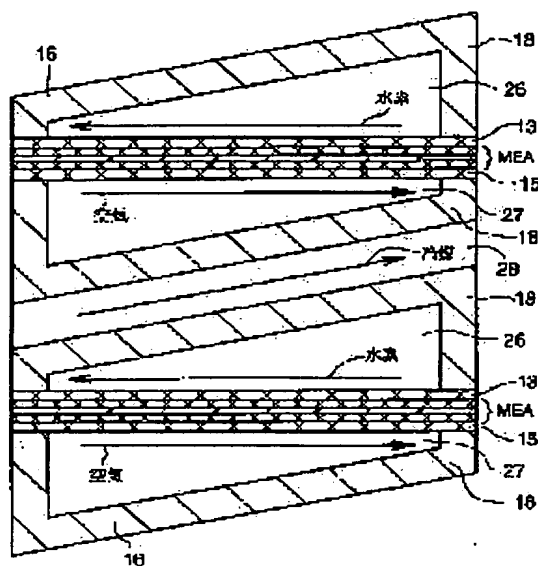
(72)Inventor : SANO SEIJI

## (54) FUEL CELL

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fuel cell that has a separator with a varied groove depth of a gas flow path and can make a stack compact without rendering the thickness of the separator futile.

**SOLUTION:** (1) In a fuel cell 10, the groove depth of a fuel gas flow path 26 and the groove depth of an oxidizing gas flow path 27 are varied in the in-plane direction of each cell, and the bottom thickness of the groove of the fuel gas flow path and the bottom thickness of the groove of the oxidizing gas flow path of a separator 18 are constant in all part of the in-plane of each cell. (2) The direction of the flow is reverse each other in the cases of the fuel gas flow path 26 and the oxidizing gas flow path 27. (3) Both groove depths of the fuel gas flow path 26 and the oxidizing gas flow path 27 dwindle over from a gas inlet to a gas outlet gradually. (4) The sum of the two groove depths of the fuel gas flow path 26 and the oxidizing gas flow path 27 is constant in all part of the in-plane of the cell.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-132911

(P2003-132911A)

(43) 公開日 平成15年5月9日(2003.5.9)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 M 8/02

8/10

識別記号

F I

H 0 1 M 8/02

8/10

テーマコード\*(参考)

R 5 H 0 2 6

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-327169(P2001-327169)

(22) 出願日 平成13年10月25日(2001.10.25)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 佐野 誠治

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100083091

弁理士 田淵 経雄

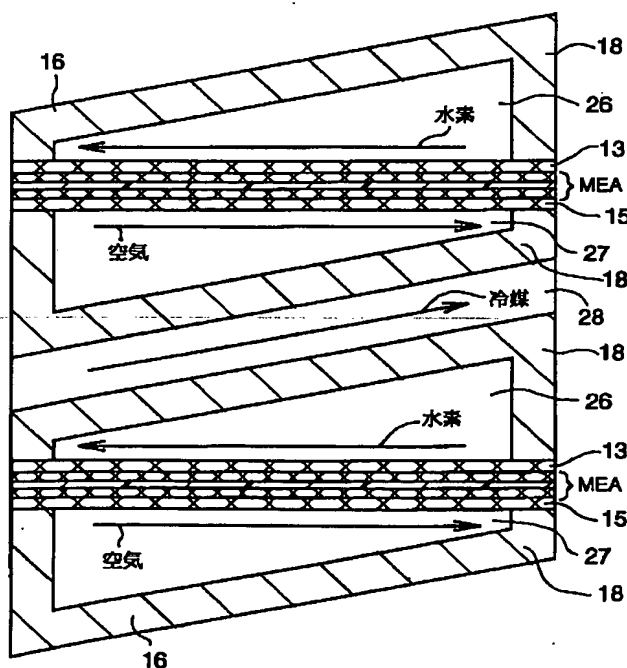
Fターム(参考) 5H026 AA06 CC03 CC10 HH03

(54) 【発明の名称】 燃料電池

(57) 【要約】

【課題】 ガス流路の溝深さを变化させたセパレータを有する燃料電池で、セパレータ厚に無駄を生じさせず、スタックをコンパクトにすることができる、燃料電池の提供。

【解決手段】 (1) 燃料ガス流路26の溝深さと酸化ガス流路27の溝深さを各々セル面内方向に変化させ、セパレータ18の、燃料ガス流路溝底厚みおよび酸化ガス流路溝底厚みを、各々セル面内全域で一定にした、燃料電池10。(2) 燃料ガス流路26と酸化ガス流路27で流れの向きを互いに逆にした。(3) 燃料ガス流路26の溝深さと酸化ガス流路27の溝深さを、共に、ガス入口からガス出口にかけて徐々に小さくした。(4) 燃料ガス流路26の溝深さと酸化ガス流路27の溝深さとの和を、セル面内全域で一定にした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料ガス流路の溝深さと酸化ガス流路の溝深さを各々セル面内方向に変化させ、セパレータの、燃料ガス流路溝底厚みおよび酸化ガス流路溝底厚みを、各々セル面内全域で一定にした、燃料電池。

【請求項 2】 燃料ガス流路と酸化ガス流路で流れの向きを互いに逆にした請求項 1 記載の燃料電池。

【請求項 3】 燃料ガス流路の溝深さと酸化ガス流路の溝深さを、共に、ガス入口からガス出口にかけて徐々に小さくした請求項 1 記載の燃料電池。

【請求項 4】 燃料ガス流路の溝深さと酸化ガス流路の溝深さとの和を、セル面内全域で一定にした請求項 1 記載の燃料電池。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池に関し、とくに固体高分子電解質型燃料電池の流路構造に関する。

## 【0002】

【従来の技術】固体高分子電解質型燃料電池は、膜一電極アッセンブリ（MEA：Membrane-Electrode Assembly）とセパレータとからなるセルを 1 層以上重ねてモジュールとし、モジュールを積層して構成される。MEA は、イオン交換膜からなる電解質膜とこの電解質膜の一面に配置された触媒層からなる電極（アノード）および電解質膜の他面に配置された触媒層からなる電極（カソード）とからなる。MEA とセパレータとの間には、通常、拡散層が設けられる。MEA と拡散層を挟んだセパレータには、アノードに燃料ガス（水素）を供給する燃料ガス流路およびカソードに酸化ガス（酸素、通常は空気）を供給するための酸化ガス流路が形成される。また、燃料電池を冷却するために、セパレータには、セル毎にまたは複数のセル毎に、冷媒（冷却水）流路が形成される。セパレータは、隣接するセル間の電子の通路を構成している。セル積層体のセル積層方向両端に、ターミナル（電極板）、インシュレータ、エンドプレート配置し、セル積層体をセル積層方向に締め付け、セル積層体の外側でセル積層方向に延びる締結部材（たとえば、テンションプレート）とボルトにて固定して、スタックが形成される。固体高分子電解質型燃料電池では、アノード側では、水素を水素イオンと電子にする反応が行われ、水素イオンは電解質膜中をカソード側に移動し、カソード側では酸素と水素イオンおよび電子（隣りの MEA のアノードで生成した電子がセパレータを通してくる、または、セル積層体の一端のセルのアノードで生成した電子が外部回路を通してセル積層体の他端のセルのカソードにくる）から水を生成する反応が行われる。

アノード側： $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

カソード側： $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- + (1/2)\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

10

20

30

40

50

酸化ガス流路下流部では、生成水により湿潤過多（フラッディング）を起こしやすい。また、酸化ガス流路の生成水は電解質膜を浸透して燃料ガス流路を湿潤させる。フラッディングが起こると反応ガスの電極への拡散が低下して電池の出力性能が低下する。反応ガスを無加湿か、加湿しても低加湿で供給すると、ガス流路上流部は、電解質膜の乾きを起こしやすく、電解質膜が乾くと水素イオンの電解質膜中の移動が抑制され、電池の出力性能が低下する。特開平 11-16590 号公報は、燃料ガス流路における湿潤過多を抑制するために、一定厚さの燃料電池セパレータにおいて、該セパレータに形成された燃料ガス流路の溝深さを入口から出口にかけて徐々に低くしたものを開示している。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、特開平 11-16590 号公報の燃料電池のように、ガス流路の溝深さを変化させると、溝深さの深い部位に合わせてセパレータの厚さを決定するため、セパレータの厚さがセル面全域で大となり、溝深さが浅い部位ではセパレータ厚さに無駄が生じ、その結果、スタックのセル積層方向長さも大になり、スタックの重さも大になる。また、溝深さを変えるのは燃料ガス流路側だけであるから、湿潤過多抑制は効果が半減する。本発明の目的は、ガス流路の溝深さを変化させたセパレータを有する燃料電池で、セパレータ厚に無駄を生じさせず、スタックをコンパクトにすることができる、燃料電池を提供することにある。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明はつぎの通りである。

（1） 燃料ガス流路の溝深さと酸化ガス流路の溝深さを各々セル面内方向に変化させ、セパレータの、燃料ガス流路溝底厚みおよび酸化ガス流路溝底厚みを、各々セル面内全域で一定にした、燃料電池。

（2） 燃料ガス流路と酸化ガス流路で流れの向きを互いに逆にした（1）記載の燃料電池。

（3） 燃料ガス流路の溝深さと酸化ガス流路の溝深さを、共に、ガス入口からガス出口にかけて徐々に小さくした（1）記載の燃料電池。

（4） 燃料ガス流路の溝深さと酸化ガス流路の溝深さとの和を、セル面内全域で一定にした（1）記載の燃料電池。

【0005】上記（1）の燃料電池では、ガス流路の深さを変えたにかかわらず溝底厚みを一定としたので、セパレータ厚みに無駄がなく、スタックをコンパクト化かつ軽量化することができる。上記（2）～（4）の燃料電池では、燃料ガス流路と酸化ガス流路で流れの向きを互いに逆にし、燃料ガス流路の溝深さと酸化ガス流路の溝深さを、共に、ガス入口からガス出口にかけて徐々に小さくしたので、燃料ガス流路の溝深さと酸化ガス流路の溝深さとの和が、セル面内全域で一定となる。その結

果、ガス流路の深さを変えたにかかわらずセルを平行に積層することができ、スタック長を増大させず、スタックをコンパクトにできる。

#### 【0006】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の燃料電池を図1～図10を参照して、説明する。本発明の燃料電池は固体高分子電解質型燃料電池10である。固体高分子電解質型燃料電池10は、たとえば燃料電池自動車に搭載される。ただし、自動車以外に用いられてもよい。

【0007】固体高分子電解質型燃料電池10は、膜一電極アッセンブリ(MEA: Membrane-Electrode Assembly)とセパレータ18とからなるセル16を1層以上重ねてモジュール17とし、モジュール17を積層して構成される。MEAは、イオン交換膜からなる電解質膜11とこの電解質膜11の一面に配置された触媒層からなる電極12(アノード)および電解質膜11の他面に配置された触媒層からなる電極14(カソード)とからなる。MEAとセパレータ18との間には、通常、拡散層13、15が設けられる。セル積層体19のセル積層方向両端に、ターミナル(電極板)20、インシュレータ21、エンドプレート22を配置し、セル積層体19をセル積層方向に締め付け、セル積層体19の外側でセル積層方向に延びる締結部材(たとえば、テンションプレート24)とボルト25にて固定して、スタック23が形成される。

【0008】MEAと拡散層13、15を挟んだ一対のセパレータのうちアノード側のセパレータには、アノード12に燃料ガス(水素)を供給する燃料ガス流路26が形成されており、カソード側のセパレータには、カソード14に酸化ガス(酸素、通常は空気)を供給するための酸化ガス流路27が形成されている。また、燃料電池を冷却するために、セパレータ18には、セル毎にまたは複数のセル毎に、冷媒(冷却水)が流れる冷媒流路28が形成される。たとえば、図2では、2つのセル16からモジュール17を構成し、モジュール17毎に1つの冷媒流路28が設けられている。セパレータ18は、燃料ガスと酸化ガスを区画するか、冷却水と、燃料ガスおよび酸化ガスを区画している。セパレータ18は、また、隣り合うセルのアノードからカソードに電子が流れる電気の通路をも形成している。

【0009】セパレータ18は、カーボン板、または導電性粒子(たとえば、カーボン粒子)を混入して導電性をもたせた樹脂板、または金属板、の何れかからなる。セパレータ18に形成された流体流路26、27、28は、図7、図8に示すようにセパレータ18の面に形成された複数の溝18aの群からなるか、または図9、図10に示すようにセパレータ18の面に形成された多数の凸部18bによって隣接するセパレータの面間に形成されたスペース18cからなるか、上記の溝と凸部によるスペースとの組み合わせからなるか、の何れかによ

て形成される。

【0010】図3～図6に示すように、電解質膜11を挟んだセパレータ18において、燃料ガス流路26の溝深さ(流路がセパレータ面に形成された多数の凸部によって隣接するセパレータの面間に形成されたスペースからなる場合は、溝深さは凸部の高さに等しい、以下、同じ)はセル面内方向(セル面と平行な方向、以下、同じ)に変化しており、酸化ガス流路27の溝深さはセル面内方向に変化している。また、セパレータ18の、燃料ガス流路溝底厚み(流路がセパレータ面に形成された多数の凸部によって隣接するセパレータの面間に形成されたスペースからなる場合は、溝底は凸部以外の部位で、溝底厚みは凸部以外の部位の厚みである、以下、同じ)は、セル面内全域で一定であり、酸化ガス流路溝底厚みは、セル面内全域で一定である。たとえば、ガス流路溝底厚みは強度上必要最小厚みとされる。また、流路幅は流れに沿って一定であってもよいし、変化してもよい。

【0011】また、燃料ガス流路26の溝深さは、燃料ガス入口から燃料ガス出口にかけて徐々に小さくなっており、酸化ガス流路27の溝深さは、酸化ガス入口から酸化ガス出口にかけて徐々に小さくなっている。また、セル面内の任意の位置における燃料ガス流路26の溝深さと酸化ガス流路27の溝深さとの和は、セル面内全域で一定である。すなわち、燃料ガス流路26と酸化ガス流路27の溝底傾斜の傾きはセル面内全域で一定とされている。この場合、燃料ガス流路26と酸化ガス流路27で溝深さが異なってもよい。

【0012】燃料ガス流路26を流れる燃料ガスの流れと酸化ガス流路27を流れる酸化ガスの流れの向きは、MEAを隔てて、互いに逆向き(カウンタフロー)である。また、冷媒流路28を流れる冷媒の流れの向きと酸化ガス流路27を流れる酸化ガスの流れの向きは同じ向きとする。上記構成によって、セル積層体において、MEAとその両側のセパレータからなるセルの断面形状は、薄い平行四辺形となり、セルは平行に積層される。

【0013】つぎに、本発明の燃料電池の作用を説明する。まず、燃料ガス流路26と酸化ガス流路27の深さを流れ方向に変えたにかかわらず溝底厚みを一定としたので、従来の厚さ一定のセパレータにおけるようなセパレータの駄肉を減らせ、セパレータ厚みに無駄がなくなり、セパレータ18を薄肉化、軽量化でき、その結果、スタック23をコンパクト化かつ軽量化することができ

【0014】また、燃料ガス流路26と酸化ガス流路27で流れの向きを互いに逆にし、燃料ガス流路26の溝深さと酸化ガス流路27の溝深さを、共に、ガス入口からガス出口にかけて徐々に小さくし、燃料ガス流路26の溝深さと酸化ガス流路27の溝深さとの和が、セル面内全域で一定となるようにしたので、ガス流路26、2

7の溝深さを変えたにかかわらずセル16を平行に積層することができ、スタック長を増大させず、スタック23をコンパクトにできる。

【0015】また、燃料ガス流路26の溝深さと酸化ガス流路27の溝深さを、共に、ガス入口からガス出口にかけて徐々に小さく（浅く）したので、フラッディングしやすい、燃料ガス流路26、酸化ガス流路27の下流部の流速を、溝深さを変化させない場合に比べて、増加できる。その結果、凝縮水を吹き払ってフラッディングを抑制できる。また、アノード境界層、カソード境界層が薄くなり拡散がよくなり、電池出力が増大する。

【0016】また、電解質膜11を挟んだ燃料ガス（水素）と酸化ガス（空気）の流れの向きを逆にしたので、セル面内での水分分布がより均一化する。流れ下流部の水が電解質膜を透過して対向流れ上流部に移動することによって、流れ下流部の湿潤過多を抑制するとともに、対向流れ上流部の乾きを抑制する。また、冷媒流れを酸化ガス流れと同じ向きにしたので、乾きやすい酸化ガス流路27上流部の温度が下降し、凝縮環境になって電解質膜11のドライアップが抑制される。また、湿潤しやすい酸化ガス流路27下流部の温度が上昇し、飽和蒸気圧が高くなって凝縮しにくくなり、フラッディングが抑制される。

【0017】

【発明の効果】請求項1の燃料電池によれば、ガス流路の深さを変えたにかかわらず溝底厚みを一定としたので、セパレータ厚みに無駄がなく、ガス流路の深さ一定の場合に比べてセパレータの厚さを減少でき、スタックをコンパクト化かつ軽量化することができる。請求項2の燃料電池によれば、燃料ガス流路と酸化ガス流路で流れの向きを互いに逆にしたので、セル面内の水分分布をより均一化できる。請求項3の燃料電池によれば、燃料ガス流路の溝深さと酸化ガス流路の溝深さを、共に、ガス入口からガス出口にかけて徐々に小さくしたので、ガス流路下流部で流速を増大でき、ガス流路下流部でのフラッディングを抑制でき、拡散を良好にして、燃料電池出力を上げることができる。請求項2、3の燃料電池によれば、燃料ガス流路と酸化ガス流路で流れの向きを互いに逆にし、燃料ガス流路の溝深さと酸化ガス流路の溝深さを、共に、ガス入口からガス出口にかけて徐々に小さくしたので、燃料ガス流路の溝深さと酸化ガス流路の溝深さとの和を、セル面内全域で一定とすることができる。請求項4の燃料電池によれば、燃料ガス流路の溝深さと酸化ガス流路の溝深さとの和を、セル面内全域で一定としたので、ガス流路の深さを変えたにかかわらずセルを平行に積層することができ、スタック長を増大させ

ず、スタックをコンパクトにできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の燃料電池の全体概略図である。

【図2】本発明の燃料電池のモジュールの一部拡大断面図である。

【図3】本発明の燃料電池の2つの単セルを積層したものの断面図である。

【図4】本発明の燃料電池の燃料ガス流れを示すセパレータの正面図である。

【図5】本発明の燃料電池の酸化ガス流れを示すセパレータの正面図である。

【図6】本発明の燃料電池の冷媒流れを示すセパレータの正面図である。

【図7】流路が溝から構成されている場合のセパレータの断面図である。

【図8】流路が溝から構成されている場合のセパレータの平面図である。

【図9】流路が多数の凸部によって隣接セパレータ面間に形成されたスペースから構成されている場合のセパレータの断面図である。

【図10】流路が多数の凸部によって隣接セパレータ面間に形成されたスペースから構成されている場合のセパレータの平面図である。

【符号の説明】

10 （固体高分子電解質型）燃料電池

11 電解質膜

12 触媒層、電極（アノード）

13 拡散層

14 触媒層、電極（カソード）

15 拡散層

16 セル

17 モジュール

18 セパレータ

18a 溝

18b 凸部

18c スペース

19 セル積層体

20 ターミナル

21 インシュレータ

22 エンドプレート

23 スタック

24 テンションプレート

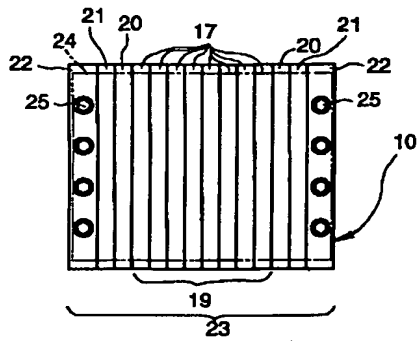
25 ボルト

26 燃料ガス流路（水素流路）

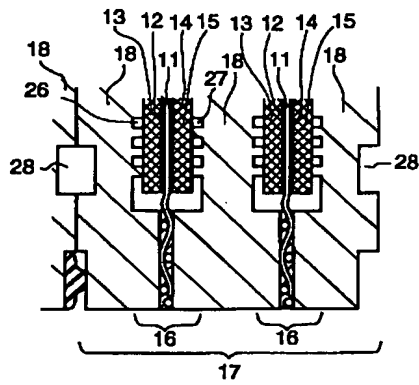
27 酸化ガス流路（空気流路）

28 冷媒流路（冷媒が水の場合は冷却水流路）

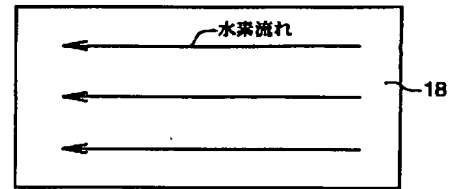
【図1】



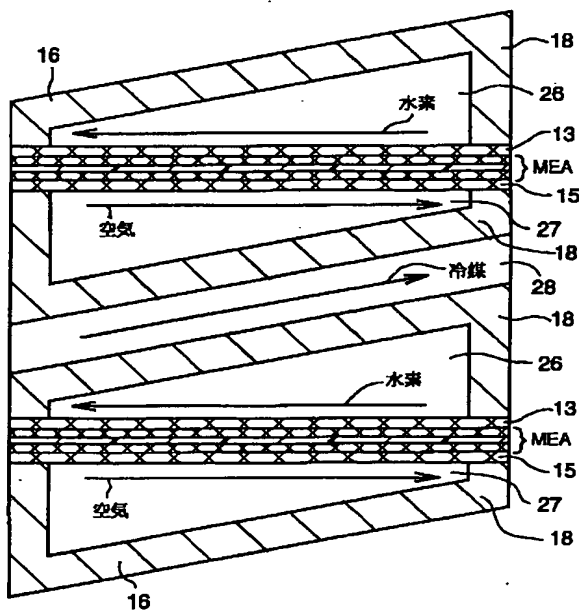
【図2】



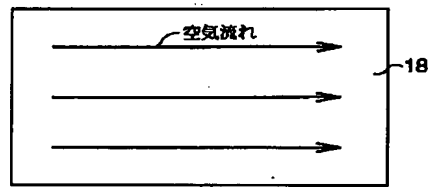
【図4】



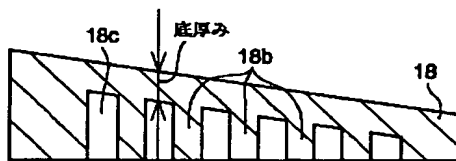
【図3】



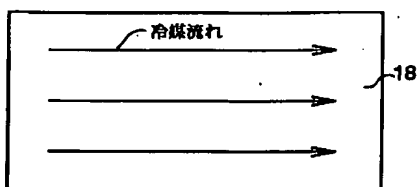
【図5】



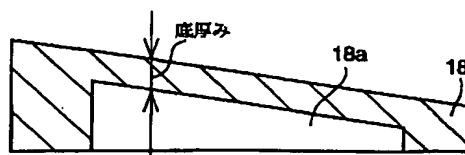
【図9】



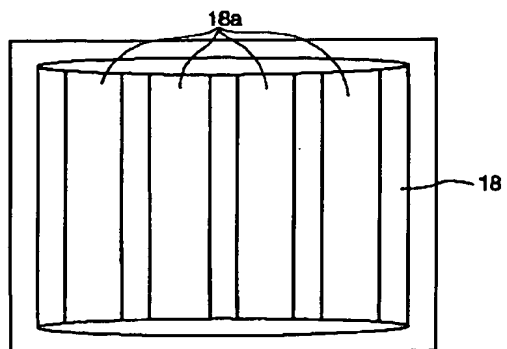
【図6】



【図7】



【図8】



【図10】

